

Екологічна безпека та раціональне природокористування

УДК 556. 532 (477-924-52)

ОЦІНКА ВПЛИВУ СПОРУДЖЕННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Л.М.Архипова, Я.О.Адаменко

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 505942,
e-mail: konseovich@ukr.net*

Запропоновано модель якісної складової гідроекологічного потенціалу з метою комплексної оцінки якості водного середовища в межах впливу нафтогазових родовищ, обґрунтовані її параметри відповідно до вимог екологічної безпеки та європейських стандартів. Результати досліджень представлені з позицій пріоритету екологічних чинників та заходів мінімізації впливу спорудження нафтогазових свердловин на водне середовище

Предложена модель качественной составляющей гидроэкологического потенциала с целью комплексной оценки качества водной среды в пределах влияния нефтегазовых месторождений, обоснованы ее параметры в соответствии с требованиями экологической безопасности и европейских стандартов. Результаты исследований представлены с позиций приоритетов экологических факторов и мероприятий минимизации влияния строительства нефтегазовых скважин на водную среду.

A model of quality of hydroecological capabilities for integrated assessment of the quality of the aquatic environment within the influence of oil and gas fields, justified its parameters in accordance with the requirements of environmental safety and European standards. The research results are presented from the viewpoint of environmental priorities and actions to minimize the impact of oil and gas wells to water.

Основною проблемою під час спорудження нафтогазових свердловин є утворення значної кількості промислових відходів. Невід'ємними складовими компонентами відходів буріння є бурові стічні води, відпрацьований буровий розчин та розчин для випробування. Технічне водопостачання бурових майданчиків переважно організовується з розташованих поблизу водоймищ або спеціально пробурених на воду свердловин. Бурові стічні води здатні фільтруватись через гідроізоляційне покриття шламових амбарів, забруднюючи при цьому поверхневі і підземні води. Тому наукові дослідження, спрямовані на оцінку стану гідроеко-систем в зоні впливу спорудження нафтогазових свердловин є досить актуальними. Цій темі приділялась увага науковцями Журавлем М.Ю., Семчуком Я.М., Фесенко М.М. та іншими.

Оцінка якості води є досить трудомістким завданням, оскільки базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пункті контролю якості вод з установленними нормами для кожного інгредієнта. Труднощі

виникають, якщо необхідно проаналізувати тенденцію якості води за кілька років, на різних ділянках водного об'єкта або виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою за наявності в них різних забруднювальних речовин, виявити тенденцію якості вод у часі. Це вимагає розробки методики комплексної оцінки якості вод. Останнім часом розроблено багато відповідних методик (автори: В.П. Білогуров, Г.М. Рохлин, Г.Н. Данилова, Ю.В. Новіков, С.І. Плитман, Г.Н. Красовський, В.Н. Жукинський та ін.), проте багато з них надзвичайно громіздкі, потребують даних про наявність у воді компонентів, що нечасто визначаються контролюючими органами, або ж використовують складний математичний апарат [1].

Для забезпечення екологічної безпеки під час спорудження нафтогазових свердловин доцільно налагодити систему екологічних спостережень за станом навколишнього середовища, яка б давала змогу оперативного виявляти та запобігати поширенню забруднень на значні

площі прилеглих територій. За цикл використання води в технологічному процесі вміст нафтопродуктів у бурових стічних водах зростає у 250-750 разів, вміст завислих речовин у 150-400 разів, вміст органічних речовин у 350-650 разів, важких металів – в тисячі разів [2]. При цьому бурові стічні води складають більше половини загального обсягу відходів при спорудженні нафтогазових свердловин. Зрозуміло, що за умов дотримання технології спорудження свердловин, бурові стічні води не повинні потрапляти у природні водні об'єкти. До того ж для бурових майданчиків обов'язковим є отримання дозволу на спеціальне водокористування місцевих природоохоронних служб.

Проектами спорудження свердловин, які обов'язково містять розділ оцінки впливу на навколишнє середовище, згідно законодавства України, передбачена охорона підземних вод і поверхневих водоймищ на всіх етапах будівництва свердловини, включаючи будівельно-монтажні роботи, буріння, кріплення і закінчування (випробування) свердловини. Проектами стандартно передбачені наступні технологічні заходи щодо запобігання забрудненню водних об'єктів,:

- створення обв'язки для циркуляції і запобігання розмиванню гирла свердловини, для перекриття нестійких четвертинних відкладів та ізоляції ґрунтових вод з метою їх захисту від забруднення фільтратом бурового розчину;

- перекриття кондуктором верхніх водонесних горизонтів і захисту їх від забруднення фільтратом бурового розчину у процесі буріння;

- гирло кондуктора обв'язується противикидним обладнанням з метою попередження можливих нафтоводопровів; обладнання гирла колонною головкою і фонтанною арматурою;

- з метою запобігання міграції підземних вод і пластових флюїдів всі обсадні колони цементуються з підняттям тампонажного розчину до гирла;

- бурові розчини, що застосовуються під час спорудження свердловини повинні відповідати сучасним вимогам технології буріння в даних умовах; по можливості буріння свердловини повинно проводитись на нетоксичному глинистому розчині;

- всі технологічні заходи повинні забезпечувати захист поверхневих і підземних вод від забруднення, а саме: проникнення поверхневих забруднювачів, забруднення токсичними компонентами бурових розчинів і бактеріального забруднення; потрапляння пластових флюїдів у аварійних ситуаціях в свердловині;

- для скорочення до мінімуму витрат технічної води в процесі будівництва свердловини на буровій повинна бути передбачена система зворотного водозабезпечення. З цією метою в системі обв'язки проектується двоконтурне водопостачання. Перший контур (закритий) забезпечує точки споживання чистої води, другий – забезпечує водою після відстоювання в ємностях-відстійниках;

- на буровій повинна бути передбачена система збору стічних промислових вод для повторного їх використання, а також система відводу забруднених дощових і талих стічних вод з об'єкта за рахунок рельєфу і організації стоку в ємність бурових стічних вод;

- заправлення автотранспорту в спеціально відведених місцях;

- збір побутових стічних вод в металічну ємність;

- водовідведення виробничих стоків в ємність для збору та відстоювання бурових стічних вод; повторне використання води для приготування бурового розчину може забезпечити 30% від необхідного об'єму бурових стічних вод;

- планування та гідроізоляція поверхні майданчика, що забезпечить непроникність бурового розчину, технологічних рідин і підземних флюїдів у ґрунти і ґрунтові води;

- для зменшення витрат води в процесі буріння свердловини необхідно: змащування штоків бурових насосів проводити машинним маслом; не допускати переливання води із ємностей, обладнувати ємності поплавковими вимикачами; підтримувати у справному стані запірну арматуру водних ліній і використовувати воду тільки в межах технологічної необхідності; у ході проведення спуско-підймальних операцій обладнувати ротор обтирачем свічок; встановити лічильник споживання свіжої води.

- після технологічного очищення бурових стічних вод можливе повторне їх використання, якщо вони відповідають таким вимогам: вміст нафтопродуктів – 50-100 мг/л; мінералізація – 4500 мг/л; рН – 5,5-8,2.

Однак, як свідчить досвід виконання проектів оцінки впливів на навколишнє середовище промислової діяльності в межах нафтогазових родовищ, виконаних кафедрою екології ІФНТУНГ [3, 4], реально в районах будівництва свердловин, якість поверхневих і підземних вод значно перевищує нормативні показники. Зауважимо, що сумнівним є використання фонових показників природних вод для порівняння і оцінки стану поверхневої і підземної гідросфери в зоні впливу спорудження свердловин під час будівництва та у ході експлуатації. По-перше, спорудження нафтогазових свердловин сьогодні в Україні ведеться на відомих родовищах, які активно експлуатуються, десятки років. Тому в межах таких родовищ фонові показники досить суттєво відрізняються від природних аналогів сусідніх гідроекосистем, де відсутнє багаторічне антропогенне навантаження. По-друге, відсутність розробленої бази даних фонового вмісту показників гідроекосистем в Україні, може призвести до спотворення результатів досліджень по окремо взятій свердловині, можливим вбачається навіть перекучування результатів та самовільне трактування значень, які не мають достовірної прив'язки.

На наш погляд, контроль якості поверхневих і підземних вод в районі спорудження нафтогазових свердловин повинен проводитись за стандартними методиками по тих 33 компонен-

тах, за якими ведуться спостереження в системі Державного екологічного моніторингу лабораторіями при держаних управліннях екології та охорони навколишнього природного середовища, які є в кожній області. Аналіз переліку компонентів промивальної рідини та параметрів водних об'єктів, які контролюються, виявив, що всі небезпечні речовини, які, зокрема, під час аварій можуть потрапити у природні водні об'єкти, підлягають згаданому вище контролю. Наприклад, надлишок у воді таких компонентів промивальної рідини як синтетичні жирні кислоти, поліетиленгліколь, карбоксиметилцелюлоза, конденсована сульфітно-спиртова барда контролюється хімічними споживанням кисню; дизпаливо та нафта – масовою концентрацією нафтопродуктів; сульфенол, савенол, мило сире сульфатне – масовою концентрацією поверхнево-активних речовин; ферумхромлігносульфонат – масовою концентрацією іонів заліза, загального хрому; хлорид калію – масовою концентрацією іонів калію, хлорид-іонів; каустична і кальцинована сода – масовою концентрацією іонів натрію, карбонат-іонів, водневим показником.

Такий підхід дає можливість простежити багаторічну динаміку зміни антропогенного навантаження на гідросферу в межах нафтогазових родовищ, порівняти в різних гідроекосистемах комплексний показник якості води або вибраних параметрів, за якими ведеться багаторічні спостереження за програмою моніторингу навколишнього середовища на водних об'єктах України, аналізи виконуються в лабораторіях екологічного моніторингу при держаних управліннях охорони навколишнього середовища у всіх областях України, результати спостережень наводяться в щорічних звітах про стан навколишнього середовища.

До категорії комплексних показників, які найбільш часто використовуються для оцінки якості водних об'єктів, належить гідрохімічний індекс забруднення води (ІЗВ). Його, як правило, розраховують за шести-семи показниками, які можна вважати гідрохімічними. Залежно від величини рівня індекса забрудненості води, ділянки водного об'єкта поділяються на класи. Позитивною стороною цього індексу є простота обчислення, доступність і наявність даних, саме тому його найчастіше використовують в системах Держводгоспу та Держкомгідромету України для оцінки забрудненості рік.

Використання цього комплексного показника для оцінки забрудненості водних об'єктів в районах спорудження нафтогазових свердловин виявляється недостатнім з огляду на обмежену кількість показників, що використовуються (для комплексного оцінювання якісних показників природних вод в районах техногенного навантаження необхідно не менше 10-12 показників) та специфічність дії нафтових забруднень. Крім того, даний індекс (ІЗВ) недостатньо точно оцінює чисті ріки. В класифікації існує перший клас якості – дуже чиста вода – $ІЗВ < 0,2$, та чиста вода – $ІЗВ$ між 0,2 до 1. Тому для оцінки забруднення природних вод в райо-

нах розробки нафтогазових родовищ, для оцінки ступеня самоочищення рік, динаміки зміни екологічного потенціалу залежно від висоти і широти місцевості, водності рік, динаміки зміни антропогенного навантаження останні десятиліття і т.ін. індекс забруднення води є не гнучким і не достатнім.

Нами запропонований до використання «Індекс гідроекологічного потенціалу» (ІГЕП) – показник, що вказує, наскільки якісний стан водного об'єкта має потенціал чистоти порівняно з допустимими значеннями показників якості води, які адаптовані до Європейських і Українських стандартів (1). В розрахунках ІГЕП підсумовуються перевищення допустимих значень над фактичними концентраціями та віднімаються перевищення концентрацій над допустимими значеннями. Результат ділиться на кількість використаних показників:

$$ІГЕП = \begin{cases} \sum \frac{НЯ_i}{C_i}, & \text{якщо } > 0, \\ \sum -\frac{C_i}{\frac{НЯ_i}{n}}, & \text{якщо } < 0, \end{cases} \quad (1)$$

де: НЯ – норматив якості води для конкретного показника, під яким розуміють допустимі (граничні величини) показників фізико-хімічного і біологічного стану вод та їх властивостей, які відповідають вимогам різних споживачів (табл. 1);

i – показник;

n – кількість показників.

В таблиці 1 виконано порівняння національних стандартів з європейськими, американськими та стандартами Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Зіставлення норм якості води України, Європейського Союзу, Всесвітньої організації охорони здоров'я та Національних норм США є досить цікавими. Можна констатувати, що одні і ті ж показники якості води в різних нормативних документах суттєво відрізняються. Одночасно, в Українських нормативах для деяких показників встановлено гранично допустимі концентрації, які знаходяться за межами чутливості методик, що застосовуються або за межами можливостей технологій для очищення води.

Привертає на себе увагу та обставина, що за Українськими нормативами в системі Державного екологічного моніторингу контролюється 33 показників, за нормами ЄС – близько 50, за нормами США – близько 100, за нормами ВООЗ – близько 160.

Державними стандартами України встановлені ГДК шкідливих речовин у воді для майже півтори тисячі речовин. За зарубіжними нормами по великій кількості показників не вказані ГДК через відсутність надійних даних для встановлення норм (на думку укладачів нормативних документів).

Всі нормативи з безпеки води регламентують тільки верхню межу ГДК. Однак, гігієністи давно визнали, що є певна область оптимальних значень показників, яка найбільш спри-

Таблиця 1 – Обґрунтування показників для розрахунку індексу гідроекологічного потенціалу на основі порівняння національних стандартів та світових досягнень безпеки води

Показник	Прийнятий для розрахунку ІГЕП	Україна	ВООЗ	ЄС	NPDWP NSDWP (США)
Запах в балах	2	2	Прийнятий для споживачів без аномальних відхилень		3
Кольоровість	15 ед.	20 град.	15 ед.	Прийнятий для споживачів без аномальних відхилень	15 ед.
Прозорість за Снеленом, см	20	20	-	-	-
pH	6,5-8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	6,5 - 9,5	6,5 - 8,5
Лужність, мг-екв/л	0,5-6,5	0,5-6,5	-	-	-
Вміст солей, загальна мінералізація (сухий залишок), мг/л	100-1000	100-1000	-	Вода не повинна бути агресивною	500
Магній, мг/л	10-80	10-80	-	-	-
Залізо, мг/л	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Азот амонійний, мг/л	0,5	2	1,5	0,5	-
Нітрити, мг/л	0,5	3,3	3	0,5	1
Нітрати, мг/л	45	45	50	50	44,3
Хлориди, мг/л	250	350	250	250	250
Сульфати, мг/л	250	500	250	250	250
Окислення перманганатне, мгО/л	4	4	-	5	-
Розчинений кисень, мг/л	6	6	-	80-120%	-
БСК-5, мг/л	3	3	3	3	-
ХСК, мг/л	15	15	-	-	-
Феноли, мг/л	0,001	0,001	-	0,005	0,001
Марганець, мг/л	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05
Хром (заг), мг/л	0,05	0,5	0,05	0,05	0,1
Мідь, мг/л	1	1	1	1	1,3
СПАР, мг/л	0,3		-	0,3	0,5
Нафтопродукти, мг/л	0,3	0,3	-	-	-

ятлива для споживання людиною. Отже, давно існуючі рекомендації про встановлення нижньої межі ГДК деяких розчинених у воді речовин повинні бути законодавчо затверджені.

Виходячи з цього, в розрахунках індексу гідроекологічного потенціалу, як видно з таблиці 1, для показників мінералізації, лужності, водневого показника, концентрації іонів магнію пропонуємо враховувати і нижню і верхню межу як безпечний інтервал. Тобто у підсумку додатним буде перевищення верхньої межі над фактичним значенням показника та від'ємним перевищення фактичної концентрації над нижнім допустимим значенням. Результат ділиться на кількість використаних показників (у даному випадку два). Якщо ж фактичне значення показника не попадає в безпечний інтервал, а такі випадки ймовірні для забруднень поверхневих вод в районах спорудження нафтогазових свердловин (за показниками мінералізація та pH), то у підсумку від'ємним буде перевищення фак-

тичного значенням показника і над верхнім і над нижнім допустимим значенням.

В розрахунках ІГЕП для оцінки забруднення водного середовища районів нафтогазових родовищ повинні враховуватись різноманітні показники: органолептичні: запах та колір; фізичні: прозорість та хімічні. Кількість показників, що беруться для розрахунку ІГЕП повинна бути, на нашу думку, не менше 10-12, незалежно від того перевищують вони допустимими значеннями показників якості чи ні, але обов'язково включати розчинений кисень, ХСК, pH, мінералізацію та БСК₅.

Параметри для обчислення індексу гідроекологічного потенціалу обираються, виходячи з даних моніторингових досліджень стандартних параметрів природних вод. Причому в обчислення обов'язково включаються всі параметри, значення яких виходить за межі безпеки (або дорівнюють значенню ГДК) та з обчислень можна виключати забруднюючі показники, які не присутні у воді в природному стані, якщо

їх концентрація забруднення менша від ГДК з огляду на те, що потенціал якості природних вод не може характеризуватись кількістю нестачі забруднюючої речовини, взагалі не характерної для природної води (наприклад, СПАР, цезій, стронцій, хром, нафтопродукти).

Отже, запропонований показник індексу гідроекологічного потенціалу дає змогу оцінити вплив спорудження нафтогазових свердловин на водне середовище районів нафтогазових родовищ, виконати порівняння якості вод одного і того ж водного об'єкта вище і нижче родовища (за течією), різних водних об'єктів між собою, незалежно від тих забруднюючих речовин, які в них присутні, оцінити динаміку змін якості водних об'єктів в часі експлуатації свердловини, родовища, виявити якісну складову гідроекологічного потенціалу і т.ін..

Запропонований показник дає можливість використання простого методу встановлення пріоритетів, тобто певні райони чи ділянки гідроекосистем, які відповідають визначеним стандартам якості навколишнього середовища, без подальшого втручання можуть вважатись еталонними, в той час як інші ділянки гідроекосистем можуть ранжуватись і оцінюватись в залежності від знаку і величини ПЕП.

Таким чином, запропонована модель якісної складової гідроекологічного потенціалу має оптимізаційну мету, тобто визначає допустимий антропогенний вплив для збереження екологічної рівноваги басейнової системи. Частково запропоновану модель можна вважати імітаційною, яка за означенням має на меті споглядання за динамікою розвитку екологічного процесу. Перспективним є продовження робіт в даному напрямку для не тільки для ділянок спорудження нафтогазових свердловин, а й для всіх басейнових систем Карпатського регіону. Запропонований індекс гідроекологічного потенціалу дасть можливість оцінити самоочищення басейнових систем в часі і в просторі.

Література

- 1 Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія / В.І.Пелешенко, В.К.Хільчевський. – Київ: Либідь, 1997 – 381 с.
- 2 Семчук Я.М. Дослідження хімічного складу та фізико-хімічних властивостей бурових стічних вод / Я.М.Семчук, А.В.Пукіш // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2007. – №1(22). – С. 141-144.
- 3 Рудько Г.І. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при експлуатації Новосхідницького нафтового родовища / Г.І.Рудько, Я.О.Адаменко, Л.М.Консевич, А.А.Пилипенко, О.Р.Стельмах, Г.М.Лисяний, О.М.Журавель, Г.Є.Довгопола, В.О.Довгополий, Н.В.Журавель // Зб. наукових праць. Геоекологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону. – Івано-Франківськ: ЕКОР, 1998. – С.137-186.
- 4 Пилипенко А.А. Вплив експлуатації Бориславського нафтового родовища на довкілля / А.А.Пилипенко, Я.О.Адаменко, Л.М.Консевич, О.М.Журавель // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ: До 100-річчя започаткування нафтогазової освіти в Україні. Частина 1. Вип. 35. – Івано-Франківськ: Вид-во ІФДТУНГ. – 1998. – С.121-124.

*Стаття поступила в редакційну колегію
19.03.09*

*Рекомендована до друку професором
Я. М. Семчуком*